



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À
MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO UNIVERSAL À
DENTINA PROFUNDA**

CRISTINA PARISE GRÉ

Florianópolis – Santa Catarina

CRISTINA PARISE GRÉ

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À
MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA UNIVERSAL À DENTINA
PROFUNDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada

Coorientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gré, Cristina Parise

Avaliação da Resistência de União à Microtração de um Sistema Adesivo Auto-Condicionante e de Condicionamento Ácido Total à Dentina Profunda/ Cristina Parise Gré, orientador, Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrade, co-orientador, Prof. Dr. Syvio Monteiro Júnior – Florianópolis, SC, 2013.
83 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina,
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. microtração. 3. microtração. 4. sistemas adesivos simplificados. I. Mauro Amaral Caldeira de Andrade. II. Syvio Monteiro Júnior. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO UNIVERSAL À DENTINA PROFUNDA

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada
Orientador

Prof^ª. Dr^ª Izabel Cristina Santos Almeida
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª Jussara Karina Bernardon
UFSC

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior
UFSC

Prof. Dr. Marcelo Tomás de Oliveira
Unisul

Florianópolis, 14 de fevereiro de 2014

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre me apoiarem e acreditarem em mim.

À minha nonna querida, por sempre me escutar e me ajudar com tanto carinho.

À Deus, por sempre estar ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre comigo e ter me dado saúde.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela graduação e pelo mestrado.

Ao meu orientador, professor Dr. Mauro Amaral Cadeira de Andrada, por ter me ajudado com tanto carinho, por todo o incentivo e pelas palavras positivas. Obrigada professor por me acolher com calma e paciência e estar sempre presente, me apoiando na realização deste trabalho! O senhor foi muito importante para mim.

Ao meu coorientador, professor Dr. Sylvio Monteiro Júnior, pelas conversas incentivadoras, pelos ensinamentos de vida e por muitas vezes nos desafiar para mostrar que somos capazes. Obrigada por nos mostrar o caminho para sermos bons profissionais.

Ao professor Dr. Hamilton Pires Maia, por todos os ensinamentos, por nos acolher sempre com muito carinho e atenção. Obrigada pelas conversas que tivemos, pelo incentivo e por mostrar que sempre podemos fazer melhor.

Ao professor Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira, pelo apoio, pelas orientações didáticas, pela sinceridade, pelo jeito brincalhão e até mesmo pelos “puxões de orelha”!

Ao professor Dr. Luiz Narciso Baratiéri, por sempre nos mostrar que a Odontologia é uma excelente profissão e que devemos acreditar nisso, sem dar ouvidos aos que dizem que nossa profissão “já era”. Obrigada professor por ser uma fonte de motivação e defender a Odontologia com tanto orgulho, transmitindo isso para todos os seus alunos, nos incentivando a sermos melhores e buscarmos nossos sonhos.

À professora Dra. Jussara Karina Bernardon, pela alegria de sempre, pela simpatia e bom – humor, por estar sempre disposta a ajudar e a ensinar. Obrigada por todos os ensinamentos e pelo carinho e atenção com que sempre me tratou, desde a minha graduação. Admiro muito sua

trajetória!

À professora Dr. Renata Gondo Machado, por ser sempre atenciosa, por me ajudar quando precisei e por me receber tão bem.

Ao professor Dr. Fábio Andretti, pelos ensinamentos, por ter me ajudado na pesquisa e por ter me emprestado o dispositivo de corte. Obrigada de verdade!

Obrigada à todos os professores da Dentística, por formarem uma equipe tão competente, fazendo com que nossa Universidade seja tão bem reconhecida.

A todos os colegas e amigos de mestrado, Celso, Camila, Larissa Idi e Ludy, aprendi um pouco com cada um de vocês. Obrigada por estarem comigo nesses dois anos.

À minha colega e amiga de mestrado, Camila, por todos os momentos que estivemos juntas, por sempre me ajudar e me tranquilizar. Obrigada por sempre poder contar contigo!

À colega e amiga do doutorado, Vanessa, por todas as conversas e por sempre estar disposta a me ajudar.

Ao meu amigo Shizuma, por sempre ajudar a todos com tanta atenção. Obrigada Shiz pelas conversas e por dividir seus conhecimentos!

Ao colega e amigo do doutorado, Diogo, por ter me ajudado neste trabalho.

Aos amigos do doutorado, Gustavo, Marceli, Buda, por compartilharem suas experiências.

Aos funcionários da UFSC, Dona Léa, Dona Talita, Batista, Lauro, Rô, Nilcéia, Américo, por serem tão legais e atenciosos comigo e por sempre me ajudarem quando preciso.

À minha mãe Gladis, por sempre me apoiar, acreditar em mim e ter sempre um abraço para me acolher.

Ao meu pai João Carlos, pelo apoio e incentivo e pelas conversas sobre vida acadêmica.

À minha nonna, por sempre me escutar quando preciso e por ter sempre me dado muito amor e carinho. Ao meu nonno, que mesmo lá do céu, cuida de mim e sempre escuta minhas orações.

Aos meus tios, Aldo, Roque e minha tia Fernanda por me incentivarem, me apoiarem e torcerem por mim!

Aos meus amados primos e afilhados, Luíza e Dudu, pela frase incentivadora: “tá mas tipo, tu não trabalha, só estuda??” rsrs . Obrigada por todos os bons momentos com muitas risadas que passamos juntos!

Às minhas amigas do coração, Caroline , Kaká, Carmela, Mari , Thaís e Ana, por terem entendido minhas ausências. Obrigada por torcerem por mim e por todos os momentos de alegria que passamos juntas!

À minha amiga Kaká, por ter me escutado e me alegrado quando precisei.

À minha grande amiga Denise, pela torcida, pelo incentivo e pela confiança.

À minha dinda Tânia, por ter me incentivado, me apoiado e pela ajuda neste trabalho.

Enfim ,obrigada a todos os que estiveram comigo durante a realização deste trabalho, me incentivando e torcendo por mim!

Parise Gré, Cristina. **Avaliação da resistência de união à microtração de um sistema adesivo Universal à dentina profunda.** 2014. Dissertação (Mestrado em Odontologia , opção Dentística)- Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

RESUMO

O objetivodeste estudo foi avaliar a resistência de união à microtração de um sistema adesivo universal aplicado em dentina profunda sob diferentes estratégias adesivas.15 terceiros molares humanos tiveram a porção coronária removida , expondo dentina profunda e então, foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado: G1(controle)-Adper Single Bond 2, sistema adesivo de condicionamento ácido total; G2-Single Bond Universal aplicado no modo autocondicionante; G3-Single Bond Universal aplicado com condicionamento ácido total. Após a aplicação do sistema adesivo, a porção coronária foi reconstruída com a resina composta Filtek Z350. Os corpos - de - prova permaneceram 24h em água destilada à 37⁰C e , então , foram seccionados com um disco de corte diamantado, formando filetes para o teste de microtração, realizado a uma velocidade de 0,5mm/min. Após o teste, a análise do tipo de fratura foi realizada em microscópio óptico e espécimes representativos de cada grupo foram analisados em microscópio eletrônico de varredura . A análise estatística foi realizada, empregando os testes de análise de variância (ANOVA) e a comparação múltipla de Tukey(p=0,05).Não houve diferença estatística entre os grupos e a maioria das falhas ocorreu na interface adesiva para os três grupos testados.Assim, pode-se concluir que o sistema adesivo Single Bond Universal não foi afetado pela estratégia adesiva utilizada e seu desempenho foi equivalente ao do grupo-controle utilizado.

Palavras Chaves: microtração, dentina profunda, sistemas adesivos simplificados.

Parise Gré, Cristina. **Avaliação da resistência de união à microtração de um sistema adesivo auto-condicionante e de condicionamento ácido total à dentina profunda.** 2014. Dissertação (Mestrado em Odontologia , opção Dentística)- Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ABSTRACT

This *in vitro* study evaluated the deep dentin microtensile bond strength of a new multi-purpose dental adhesive applied under different bonding strategies. 15 human third molars had a crown portion removed, exposing deep dentin and were divided into three groups, according to the adhesive and etching strategy: G1 (control group) - Adper Single Bond 2, total etch adhesive system. G2- Single Bond Universal applied as a one-step self-etch adhesive; G3- Single Bond Universal applied as a 2-step etch-and-rinse adhesive. Build-ups were constructed with Filtek Z350 and cured in three increments of 2 mm each. Specimens were stored in water (37°C/24 h) and then resin-dentine sticks were prepared. The sticks were tested under tension at 0.5 mm/min. The failure mode of the specimens were analyzed using an optic microscope and representative specimens were examined under scanning electron microscope. Statistical analyses were computed using one-way ANOVA and Tukey's test ($p=0,05$). All the groups ranked in the same statistical subset. The majority of the specimens showed adhesive failures. Single Bond Universal adhesive system was not affected by the adhesion strategy and its performance was equivalent to that of control group used.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Terceiro molar extraído e limpo	25
Figura 2 -	(A) Marcação realizada na região referente à dentina profunda, de 0,5 a 1mm acima do corno pulpar mais alto. (B) Marcação na parte externa do dente.....	26
Figura 3 -	(A) Dente sendo medido (B) Dente marcado 4 mm abaixo limite amelocementário.....	26
Figura 4 -	(A) Matriz de silicone de condensação. (B) Dente incluído em resina acrílica. (C) Após a presa da resina acrílica, o conjunto removido da matriz de silicone de condensação.....	27
Figura 5 -	(A) Conjunto dente/resina acrílica posicionado na máquina de corte. (B) Discodiamantado em posição para realizar o corte.....	27
Figura 6 -	(A) Câmara pulpar esvaziada. (B) Condicionamento ácido da câmara pulpar. (C) Aplicação do sistema adesivo.....	28
Figura 7 -	(A) Incrementos de resina composta sendo inseridos na câmara pulpar. (B) Restauração da câmara pulpar concluída.....	28
Figura 8 -	Porção oclusal da coroa incluída em resina acrílica.....	29
Figura 9 -	(A) Conjunto dente/resina acrílica posicionado na máquina de corte. (B) Disco diamantado em posição para realizar o corte.....	29
Figura 10 -	Superfície dental recebendo acabamento para padronizar a lama dentinária.....	30
Figura 11 -	(A) Condicionamento ácido da estrutura dental por 15s. (B) Aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond 2. (C) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.....	30
Figura 12 -	(A) Aplicação do sistema adesivo Single Bond Universal. (B) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.....	31
Figura 13 -	(A) Condicionamento ácido da estrutura dental por 15s. (B) Aplicação do sistema adesivo Single Bond Universal. (C) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.....	32

Figura 14 -	(A)Resina composta sendo inserida em pequenos incrementos na superfície dental. (B) Fotopolimerização de cada incremento por 40s. (C) Reconstrução coronária concluída.....	32
Figura 15 -	(A) Dispositivo utilizado para corte de dentesutilizado na pesquisa. (B) Dente fixado ao dispositivo com cera pegajosa.....	33
Figura 16 -	(A) Coroa dental posicionada na máquina de corte ISOMET. (B) Visão aproximada da coroa dental fixada ao dispositivo para corte de dentes e posicionada na máquina de corte ISOMET.....	34
Figura 17 -	(A) Posicionamento da coroa com a face vestibular voltada para o disco de corte para execução do primeiro corte. (B) Segundo corte sendo realizado para remoção da face lingual. (C) Cortes sequenciais de vestibular para lingual. (D) Visualização dos cortes sequenciais executados no sentido vestibulopalatal formando lâminas. (E) Conjunto coroa dental/dispositivo reposicionado, girando-se 90 ⁰ no sentido anti-horário. (D) Cortes iniciais executados para eliminar as faces proximais, primeiramente pela face mesial.....	35
Figura 18 -	Filete de resina composta e dentina obtido após os cortes.....	36
Figura 19 -	Filete de resina composta e dentina sendo mensurado com um paquímetro digital	36
Figura 20 -	(A) Filete de resina composta e dentina sendo posicionado no dispositivo de Geraldeli. (B) Após serem marcados com caneta vermelha e preta, os filetes foram fixados com adesivo em gel de cianoacrilato no dispositivo de microtração.....	37
Figura 21 -	(A) Adaptação do dispositivo de Geraldeli para microtração à máquina de ensaios universal. (B) Filete de resina composta e dentina fraturado após a aplicação da carga de tração. Note o afastamento das metades do dispositivo de Geraldeli para microtração.....	38

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	21
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3	ARTIGO.....	39
4	ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO.....	61
5	REFERÊNCIAS DA APRESENTAÇÃO.....	77
	APENDICE A.....	79
	ANEXO A.....	81

1 APRESENTAÇÃO

Com os avanços dos materiais e das técnicas restauradoras, a Odontologia tem se tornado cada vez mais conservadora. Os conceitos preconizados por Black, de grandes preparos e extensão para prevenção, foram substituídos por preparos minimamente invasivos, que visam a máxima preservação de estrutura dental saudável. Dessa forma, os sistemas adesivos estão em constante evolução.

A base para restaurações adesivas ocorreu em 1955, quando Buonocore propôs que o ácido fosfórico poderia ser aplicado na superfície do esmalte, tornando-a mais receptiva à adesão. O uso do ácido fosfórico foi baseado na idéia de que uma simples descalcificação que resultasse em remoção da estrutura superficial, era o necessário para obtenção de uma superfície mais receptiva à adesão. O conceito de condicionamento ácido preconizado por Buonocore segue até hoje, com modificações na concentração e forma de apresentação dos ácidos.

O mecanismo básico de união dos sistemas adesivos à dentina se baseia na remoção de minerais dos tecidos dentais duros e reposição por monômeros resinosos, formando a camada híbrida (NAKABAYASHI *et al.*, 1982). Para obter uma união efetiva e um bom selamento da dentina, a resina deve infiltrar tanto a dentina intratubular quanto a dentina intertubular, formando, respectivamente, *tags* de resina e uma camada híbrida contínua e uniforme (PASHLEY; CARVALHO, 1997). A capacidade das resinas penetrarem nos túbulos dentinários e na dentina intertubular é influenciada por algumas variáveis. Em dentina superficial há menos túbulos dentinários, sendo a dentina intertubular a responsável por grande parte da adesão, já na dentina profunda, onde os túbulos dentinários aparecem em maior quantidade, a formação dos *tags* de resina seria a maior responsável pela adesão, havendo pouca contribuição da camada híbrida (MARSHALL *et al.*, 1997; PASHLEY *et al.*, 1995; PASHLEY; CARVALHO, 1997). Para que as resinas alcancem os túbulos dentinários e a dentina intertubular, a lama dentinária - produzida durante a instrumentação da estrutura dental - deve ser removida pelo condicionamento ácido ou a resina deve se difundir através da lama dentinária (PASHLEY; CARVALHO, 1997). Apesar de já ter sido considerada um fator limitante para a adesão, com os sistemas adesivos atuais a lama dentinária pode ser considerada um substrato para adesão (EICK *et al.*, 1997; PASHLEY; CARVALHO, 1997).

De acordo com o tratamento que dão à lama dentinária, os sistemas adesivos podem ser classificados como sistemas de

condicionamento ácido total (*etch-and-rinse*) ou sistemas autocondicionantes (*self-etch*) (DE MUNCK *et al.*, 2005), em versões de três passos (apenas os de condicionamento ácido total), dois passos ou apenas um passo (VAN MEERBEEK, 1998).

Nos sistemas adesivos de condicionamento ácido total, o primeiro passo compreende a aplicação do ácido fosfórico em esmalte e dentina, permitindo a completa remoção da lama dentinária, exposição das fibras colágenas (VAN MEERBEEK, 1998) e aumento da energia de superfície do esmalte (MUÑOZ *et al.*, 2013). O segundo passo compreende a aplicação de *primers*, considerados os promotores de adesão, que possuem monômeros com propriedades hidrofílicas com afinidade pela rede de fibras colágenas exposta e propriedades hidrofóbicas para copolimerizar com o adesivo (VAN MEERBEEK, 1998). A principal função do *primer* é transformar a superfície dentinária hidrofílica em uma superfície hidrofóbica, permitindo que o adesivo, terceiro passo ou na mesma solução que o *primer*, penetre na rede de fibras colágenas de maneira eficiente (NAKABAYASHI; TAKARADA, 1992). Já nos sistemas autocondicionantes, a porção ácida desmineraliza a dentina e simultaneamente a infiltra com monômeros que podem ser polimerizados *in situ* (PERDIGÃO; LOPES, 1999).

Considerando as diferenças de opinião sobre a estratégia adesiva a ser adotada e o número de passos, alguns fabricantes lançaram sistemas adesivos mais versáteis, que podem ser utilizados tanto na estratégia autocondicionante, como com condicionamento ácido total (MUÑOZ *et al.*, 2013). Tais materiais são conhecidos como “Universal”, “Multi-purpose” ou “Multi-mode” adesivos (HANABUSA *et al.*, 2012; Perdigão *et al.*, 2012).

Muitos estudos demonstram a existência de variação na resistência de união dos sistemas adesivos à estrutura dentinária devido às diferentes características do substrato, relatando que a dentina superficial apresenta maior resistência de união que a dentina profunda (NAKAMICHI *et al.*, 1983; YOSHIKAWA *et al.*, 2012). O menor conteúdo de cálcio (CAUSTON, 1984), a menor quantidade de dentina intertubular (SUZUKI; FINGER, 1988), e a maior permeabilidade (TAGAMI *et al.*, 1990; EICK *et al.*, 1997; PEREIRA *et al.*, 1999; GIANNINI *et al.*, 2001) encontrados em dentina profunda são características que justificam a menor resistência de união encontrada em dentina profunda. Dentina profunda é mais porosa e retem mais água dentro dos túbulos dentinários, que são mais largos, o que pode evitar a adesão adequada dos tags de resina às paredes laterais dos túbulos

dentinários (GIANNINI *et al.*, 2001).

A determinação da resistência de união dos sistemas adesivos à dentina em diferentes profundidades é de extrema importância. Para tal propósito, o teste de microtração, preconizado por Sano *et al* em 1994, tem sido bem aceito. Assim, o presente trabalho avalia a resistência de união à microtração de um sistema adesivo que pode ser utilizado tanto com condicionamento ácido total quanto como adesivo autocondicionante.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEPE) da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram utilizados 15 terceiros molares, extraídos na clínica de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina por motivos alheios à pesquisa. Os pacientes que doaram os dentes assinaram um Termo de Doação do Órgão Dental para a pesquisa, em que o pesquisador se compromete a utilizar os dados coletados exclusivamente em trabalhos científicos.

Imediatamente após a exodontia, os restos de ligamento periodontal foram removidos com o auxílio de curetas periodontais universais 13/14 e 17/18 (Hu-Friedy). A seguir, os dentes foram limpos com auxílio de pedra-pomes e água com escova de Robinson (Microdont, Socorro, SP, Brazil) (Figura 1).

Na sequência, os dentes foram analisados com uma lupa Carl Zeiss (Jena, Alemanha) com aumento de 10× para descartar os dentes com alguma falha. Posteriormente, os dentes foram armazenados em água destilada em recipientes plásticos hermeticamente fechados, por um período máximo de três meses após a extração.



Figura 1: Terceiro molar extraído e limpo

Para que se pudesse determinar a região de corte dos dentes para obtenção de dentina profunda - de 0,5 a 1mm acima do corno pulpar mais alto - 8 dentes extras, com tamanho similar aos utilizados nos procedimentos adesivos, foram seccionados longitudinalmente e a região referente à dentina profunda foi demarcada com caneta hidrocor (Figura 2-A). A marcação se estendeu à parte externa do dente (Figura 2-B), sendo então, medida com uma régua, resultando em uma média de 4 a 4,5mm abaixo da cúspide mais alta.

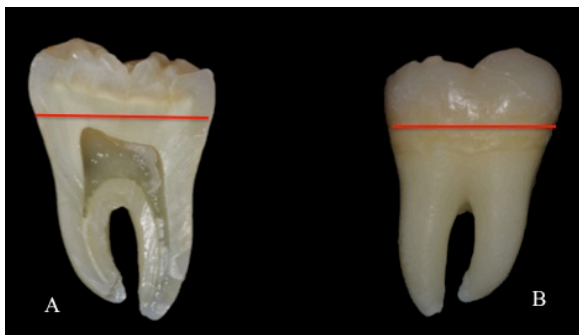


Figura 2: (A) Marcação realizada na região referente à dentina profunda, de 0,5 a 1mm acima do corno pulpar mais alto. (B) Marcação na parte externa do dente.

Neste estudo, os dentes tiveram a câmara pulpar preenchida com resina composta para tornar possível a obtenção de filetes mais longos para o teste de microtração na região correspondente ao teto da câmara pulpar (ARCARI, G. M., 2005). Para tal, primeiramente os dentes receberam uma marcação com caneta hidrocor na raiz dental, 4mm abaixo do limite amelocementário (Figura 3) e em seguida foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável incolor (JET® Clássico, São Paulo, SP, Brasil), em matrizes de silicone de condensação (Vigodent Coltene, Rio de Janeiro, RJ) de 2,5cm de diâmetro por 2cm de altura, mantendo a região demarcada e a porção coronária voltadas para superfície externa (Figura 4).

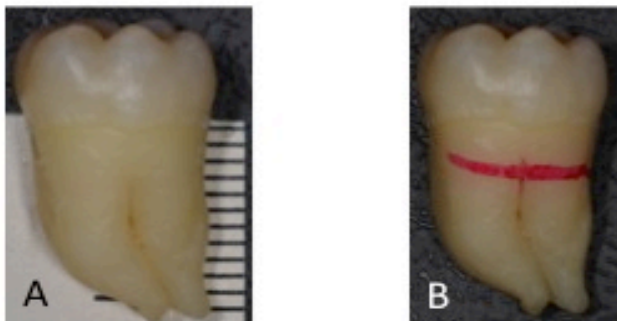


Figura 3: (A) Dente sendo medido (B) Dente marcado 4 mm abaixo limite amelocementário.

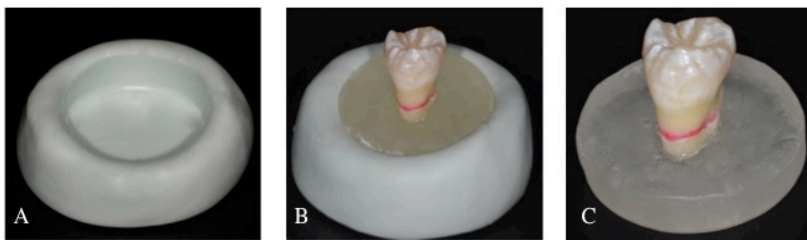


Figura 4: (A) Matriz de silicone de condensação. (B) Dente incluído em resina acrílica. (C) Após a presa da resina acrílica, o conjunto removido da matriz de silicone de condensação.

Assim que a resina acrílica tomou presa, o conjunto dente/resina acrílica foi removido da matriz de silicone de condensação e posicionado na máquina de cortes (ISOMET 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (Figura 5-A) sendo realizado o corte da raiz (disco diamantado de dupla face, 102mm de diâmetro x 0,3mm de espessura, Buehler Wafering Blades, Buehler Ltd, Illinois, USA), perpendicularmente ao longo eixo de cada dente, sobre a demarcação da caneta de hidrocor, com velocidade constante de 400r.p.m., sob refrigeração com água e pressão de 50g (Figura 5-B).

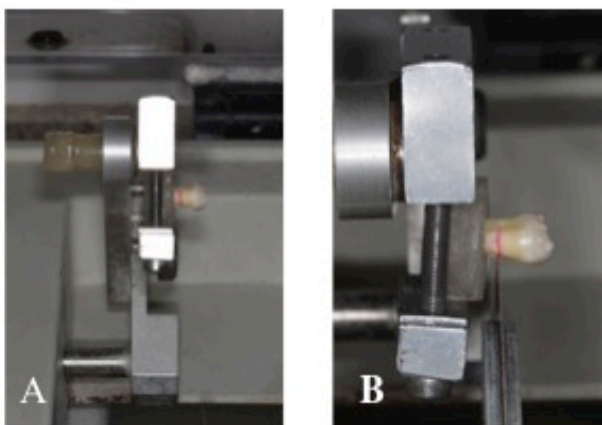


Figura 5: (A) Conjunto dente/resina acrílica posicionado na máquina de corte. (B) Disco diamantado em posição para realizar o corte.

Após o corte da raiz, a câmara pulpar de cada dente foi acessada pelo terço cervical com uma broca de aço-tungstênio esférica lisa nº 3 (Wilcos do Brasil Ind. e Com. Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) em

contra-ângulo (KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda, Joinville/SC). A câmara pulpar foi esvaziada com curetas e sondas exploradoras e a seguir condicionada com ácido fosfórico a 37% (gel condicionador Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça, SC, Brasil) por 15s e enxaguada com spray de ar/água durante 15s e seca por 2s a 5s. Com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, KG, Barueri, SP, Brasil), foram aplicadas duas camadas consecutivas de adesivo (Adper Single Bond 2,3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), secado com ar por 2s a 5s e fotopolimerizado por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany) com intensidade de luz ($750\text{mW}/\text{cm}^2$) mensurada previamente à sua utilização por meio de um radiômetro (Figuras 6-A, 6-B e 6-C).

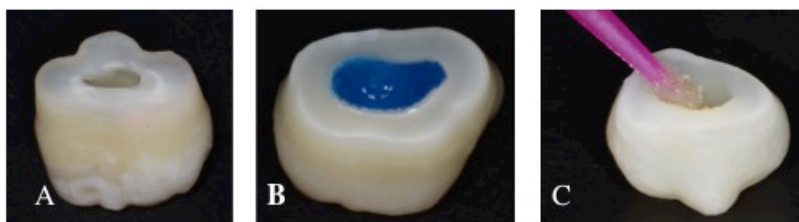


Figura 6: (A) Câmara pulpar esvaziada. (B) Condicionamento ácido da câmara pulpar. (C) Aplicação do sistema adesivo.

Após a aplicação do sistema adesivo no interior da câmara pulpar, esta foi totalmente preenchida com resina composta (Opallis OP, FGM Produtos Odontológicos Joinville - SC - Brasil) em vários incrementos de no máximo 1mm de espessura (Figuras 7-A e 7-B). Com o preenchimento da câmara pulpar foi possível a obtenção de amostras (filetes) da região correspondente ao teto da câmara pulpar com comprimento adequado para o teste de microtração.

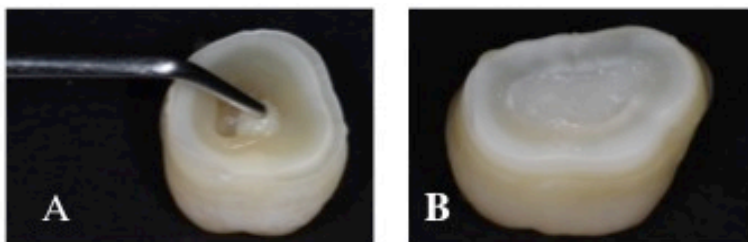


Figura 7: (A) Incrementos de resina composta sendo inseridos na câmara pulpar. (B) Preenchimento da câmara pulpar concluído.

Na sequência, a porção oclusal das coroas dentais seccionadas foi incluída em resina acrílica em matrizes de silicone de condensação de 2,5cm de diâmetro por 2cm de altura. Assim que a resina acrílica tomou forma, o conjunto dente/resina foi removido da matriz (Figura 8) e levado à máquina de cortes (Figura 9-A) e então, foi realizado um corte perpendicular ao longo eixo do dente, removendo a porção oclusal e expondo região de dentina profunda, 0,5 a 1mm acima do corno pulpar mais alto (Figura 9-B).



Figura 8: Porção oclusal da coroa incluída em resina acrílica.

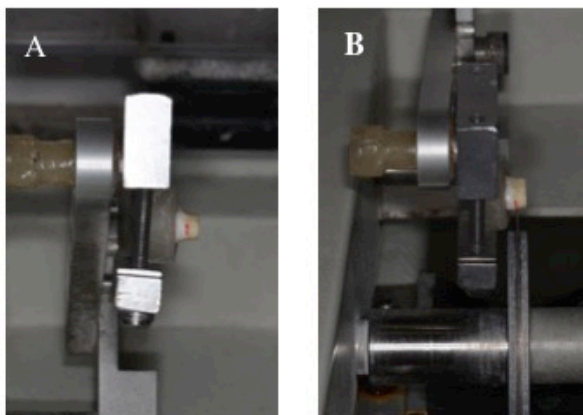


Figura 9: (A) Conjunto dente/resina acrílica posicionado na máquina de corte. (B) Disco diamantado em posição para realizar o corte.

Após o corte, as superfícies receberam acabamento com lixa de carbeto de silício (SiC) nº 600 (Acqua Flex-Norton, São Paulo, Brasil) em uma politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil)

por 60 segundos para padronizar a lama dentinária (Figura 10).

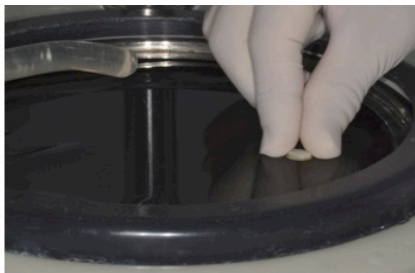


Figura 10: Superfície dental recebendo acabamento para padronizar a lama dentinária.

As amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos de cinco dentes cada e receberam os sistemas adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes :

G1(Controle): Condicionamento com ácido fosfórico 37% (gel condicionador Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça,SC, Brasil) por 15s e enxágüe com spray de ar/água durante 15s, em seguida, secagem com discos de papel absorvente. Com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, KG, Barueri, SP, Brasil), foram aplicadas duas camadas consecutivas de adesivo (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) com leve agitação durante 15s. Então, a superfície dentinária foi gentilmente seca com ar por 5s e fotopolimerizada por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany)com intensidade de luz ($750\text{mW}/\text{cm}^2$) mensurada previamente à sua utilização por meio de um radiômetro(Figuras 11-A, 11-B e11-C).

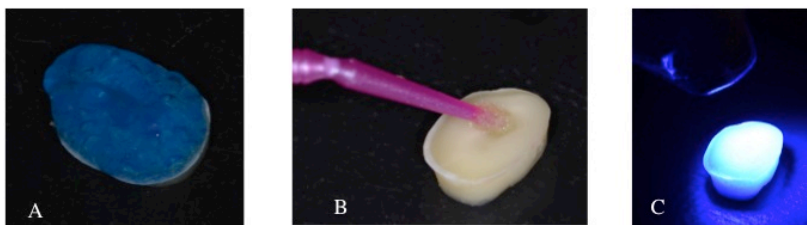


Figura 11: (A) Condicionamento ácido da estrutura dental por 15s. (B)Aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond 2. (C) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.

G2:Aplicação, com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, KG, Barueri, SP, Brasil) do sistema adesivo Single Bond Universal Adesivo (3M ESPE, Germany) - que nesse grupo foi utilizado pela técnica autocondicionante - com agitação por 20s. Em seguida, a superfície dentinária foi sutilmente seca por 5s e fotopolimerizada por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue - Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany)com intensidade de luz (750mW/cm²) (Figuras12-Ae12-B).

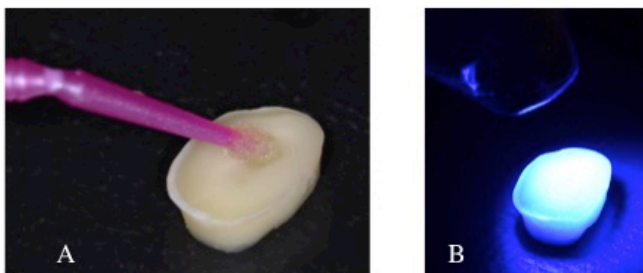


Figura 12: (A) Aplicação do sistema adesivo Single BondUniversal.(B) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.

G3:Condicionamento com ácido fosfórico 37% (gel condicionador Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça,SC, Brasil) por 15s e enxagüe com spray de ar/água durante 15s e então, secagem com discos de papel absorvente. Com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, KG, Barueri, SP, Brasil), foi aplicado o sistema adesivo Single Bond Universal Adesivo (3M ESPE, Germany) - nesse grupo pela técnica do condicionamento ácido total - com agitação por 20s, sendo a superfície, em seguida, levemente seca por 5s e fotopolimerizada por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue- Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany)com intensidade de luz (750mW/cm²)(Figuras 13-A, 13-Be 13-C).

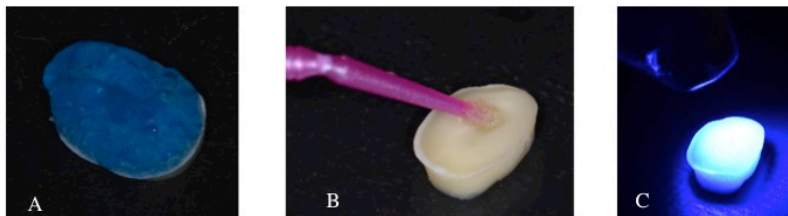


Figura 13: (A) Condicionamento ácido da estrutura dental por 15s. (B)Aplicação do sistema adesivo Single Bond Universal.(C) Fotopolimerização do sistema adesivo por 10s.

Após a aplicação do sistema adesivo, foi aplicada sobre a superfície dentinária dos três grupos a resina composta (Filtek Z-350, cor A2B, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Figura 14) em incrementos com espessura de 2mm cada, obtendo-se, em média, uma altura de $6 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de reconstrução coronária. Para a aplicação da resina, foi utilizada uma espátula para resina Hu-Friedy. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue- Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany)com intensidade de luz ($750\text{mW}/\text{cm}^2$) (Figuras 14-A, 14-B e 14-C).

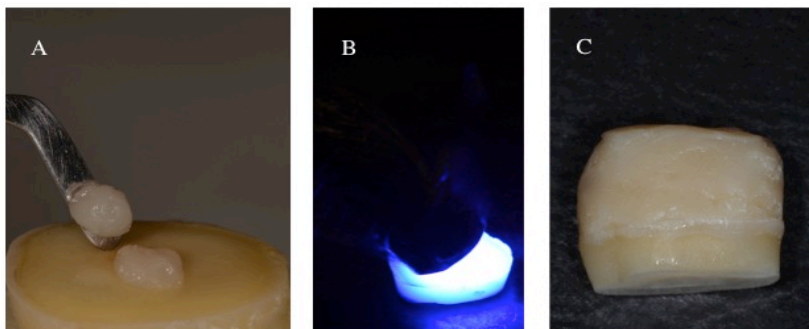


Figura 14:(A)Resina composta sendo inserida em pequenos incrementos na superfície dental. (B) Fotopolimerização de cada incremento por 20s. (C) Reconstrução coronária concluída.

Em seguida, os corpos - de - prova ficaram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h.

Para esse estudo, 15 molares foram utilizados, 5 dentes para cada grupo . Cada um dos 3 grupos consiste de 30 espécimes recortados cada ($n=30$). Segundo Pashley *et al.*, (1995) a metodologia para microtração permite a utilização de um número reduzido de dentes, já que múltiplos

espécimes podem ser obtidos com um único dente.

As coroas dentais foram fixadas em dispositivos com cera pegajosa (Asfer Indústria Química, São Paulo, SP, Brasil) (Figuras 15-A e 15-B) e posicionadas rentes ao disco de corte de diamante, com 0,3mm de espessura, na máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler) (Figuras 16-Ae 16-B). A máquina Isomet foi ajustada para realizar cortes de 1,2 mm. A interface de união ficou perpendicular ao disco de corte. Foram executados dois cortes iniciais para eliminar as faces vestibular e palatal/lingual (Figuras 17-A e 17-B), e cortes sequenciais, formando lâminas (Figuras 17-C e 17-D). O conjunto coroa dental/dispositivo foi reposicionado, girando-se 90⁰ no sentido anti-horário (Figura 17-E). Foram executados dois cortes iniciais para eliminar as faces proximais (figura 17-F) e cortes sequenciais a 1,2 mm de distância um do outro foram executados, formando filetes (Figura 18). Foram obtidos 8 espécimes por dente, em forma de palito, com secção transversal menor que 1mm².

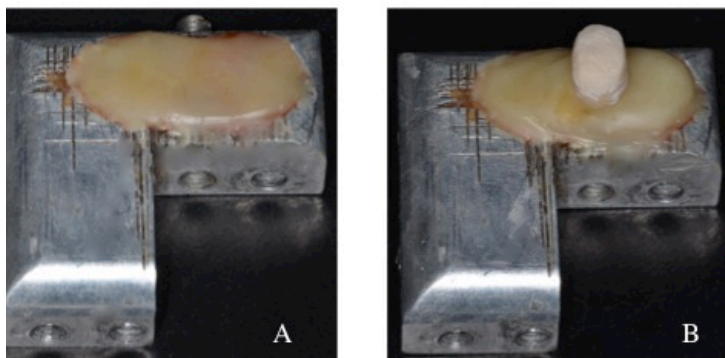


Figura 15: (A) Dispositivo utilizado para corte de dentes utilizado na pesquisa. (B) Dente fixado ao dispositivo com cera pegajosa

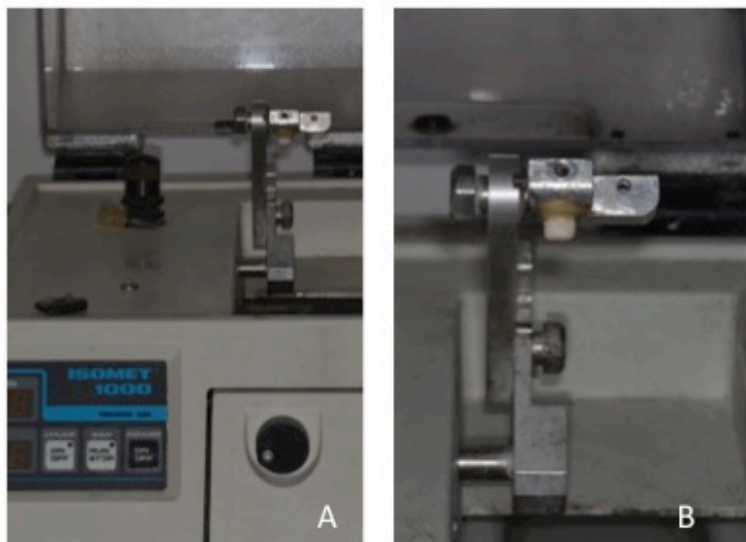


Figura 16: (A) Coroa dental posicionada na máquinade corte ISOMET. (B) Visão aproximada da coroa dentalfixada ao dispositivo para corte de dentes e posicionada na máquina de corte ISOMET.

Os espécimes foram avaliados sob aumento de 10X em um microscópio óptico (Olympus BX 60M-Olympus Optical do Brasil Ltda.) para verificar possíveis falhas prematuras (ARCARI, G., 2005) e em seguida mensurados com paquímetro digital (KingTools,São Paulo-SP,Brasil) (Figura 19), com precisão de 0,01mm . Palitos com falha prematura foram descartados , totalizando 33 palitos para cada grupo.

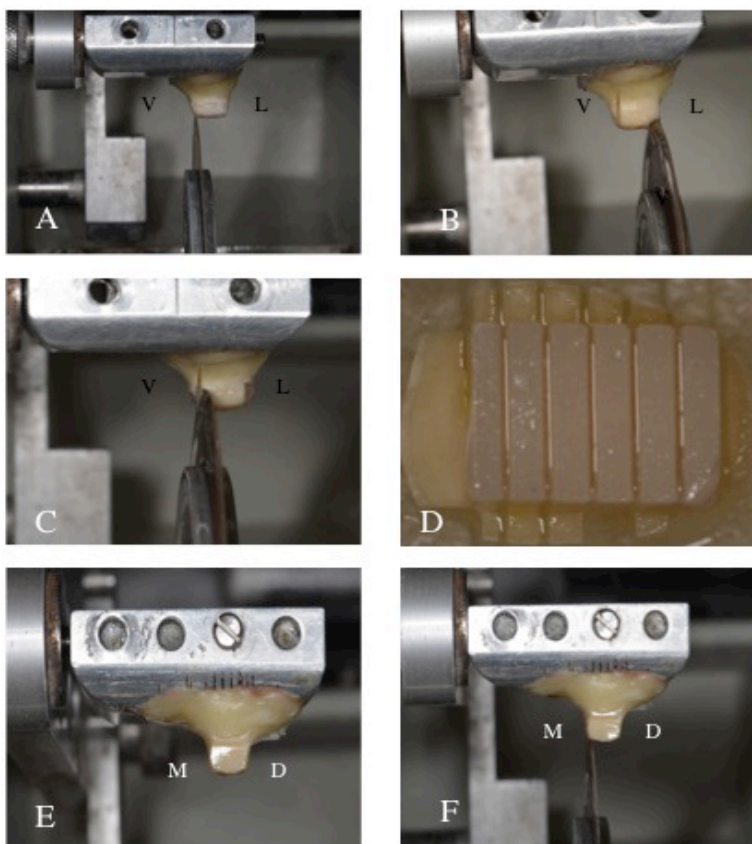


Figura 17: (A) Posicionamento da coroa com a face vestibular voltada para o disco de corte para execução do primeiro corte. (B) Segundo corte sendo realizado para remoção da face lingual. (C) Cortes sequenciais de vestibular para lingual. (D) Visualização dos cortes sequenciais executados no sentido vestibulopalatal formando lâminas. (E) Conjunto coroa dental/dispositivo reposicionado, girando-se 90⁰ no sentido anti-horário. (F) Cortes iniciais executados para eliminar as faces proximais, primeiramente pela face mesial.

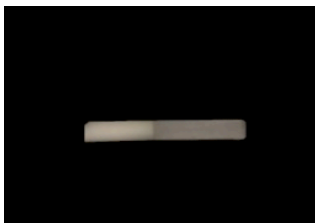


Figura 18: Filete de resina composta e dentina obtido após os cortes.



Figura 19: Filete de resina composta e dentina sendo mensurado com um paquímetro digital.

Os palitos foram posicionados no dispositivo especial de microtração (dispositivo de Geraldeli para microtração (Figura 20-A) e as porções de resina composta e de dentina identificadas com caneta hidrocor, em área distante da interface, com as cores vermelha e preta, respectivamente. Esse procedimento facilitou a identificação das partes após a fratura. Na sequência, os palitos foram colados pelas suas extremidades com um adesivo em gel à base de cianoacrilato (SuperBonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil) no dispositivo de Geraldeli (Figura 20-B) e adaptado a uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) (Figura 21-A). Os testes de microtração foram realizados a uma velocidade de 0,5mm/min até que ocorresse a fratura (Figura 21-B)

Os espécimes fraturados foram analisados em microscópio óptico com 200x de aumento. As fraturas foram classificadas em falha coesiva na resina composta; falha adesiva; falha coesiva na dentina ou falha mista (PERDIGÃO *et al.*, 2012 ; MUNÕZ *et al.*; 2013). Espécimes representativos de cada grupo foram selecionados para avaliação da

interface em microscópio eletrônico de varredura, para tal, os filetes foram montados em porta-amostras, recobertos metalicamente com ouro/paládio (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e analisados ao microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Eletric Corp., Eindhoven, Holanda) sob corrente de 15kV.

Em seguida foi realizada a análise estatística, empregando os testes de análise de variância (ANOVA) e a comparação múltipla de Tukey.

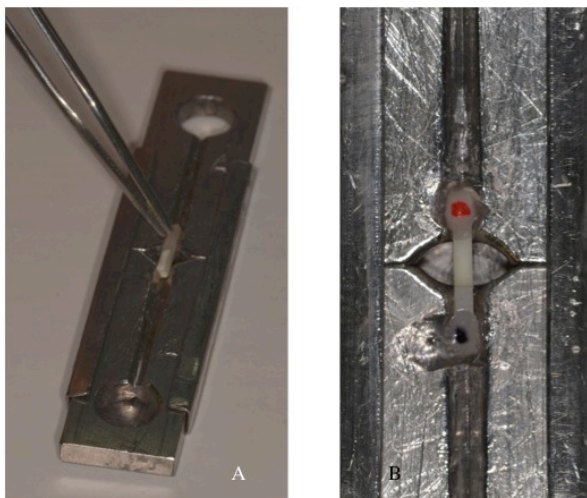


Figura 20: (A) Filete de resina composta e dentinasendo posicionado no dispositivo de Geraldeli. (B)Após serem marcados com caneta vermelha e preta, os filetes foram fixados com adesivo em gel de cianoacrilato no dispositivo de microtração.

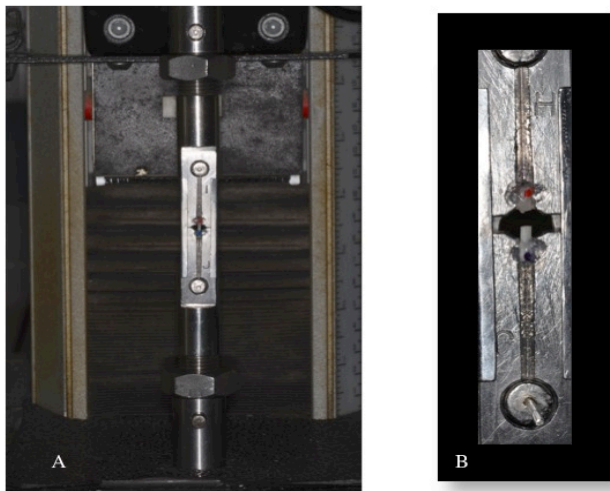


Figura 21 : (A) Adaptação do dispositivo de Geraldini para microtração à máquina de ensaios universal. (B)Filete de resina composta e dentina fraturado após a aplicação da carga de tração. Note o afastamento das metades do dispositivo de Geraldini para microtração.

3 ARTIGO



Avaliação da resistência de união à microtração de um sistema adesivo Universal à dentina profunda

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união à microtração de um sistema adesivo universal aplicado em dentina profunda sob diferentes estratégias adesivas. 15 terceiros molares humanos tiveram a porção coronária removida, expondo dentina profunda e, então, foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado: G1 (controle)-Adper Single Bond 2, sistema adesivo de condicionamento ácido total; G2-Single Bond Universal aplicado no modo autocondicionante; G3-Single Bond Universal aplicado com condicionamento ácido total. Após a aplicação do sistema adesivo, a porção coronária foi reconstruída com a resina composta Filtek Z-350. Os corpos-de-prova permaneceram 24h em água destilada à 37°C e, então, foram seccionados com um disco de corte diamantado, formando filetes para o teste de microtração, realizado a uma velocidade de 0,5mm/min. Após o teste, a análise do tipo de fratura foi realizada em microscópio óptico e a análise estatística foi realizada, empregando os testes de análise de variância (ANOVA) e a comparação múltipla de Tukey ($p=0,05$). Não houve diferença estatística entre os grupos e a maioria das falhas ocorreu na interface adesiva para os três grupos testados. Assim, pode-se concluir que o sistema adesivo Single Bond Universal não foi afetado pela estratégia adesiva utilizada e seu desempenho foi equivalente ao do grupo-controle utilizado.

Palavras Chaves: microtração, dentina profunda, sistemas adesivos simplificados.

INTRODUÇÃO

O mecanismo básico de união ao esmalte e à dentina envolve a remoção de minerais dos tecidos dentais duros, através da aplicação de ácidos inorgânicos, e sua reposição por monômeros resinosos, que se tornam micromecanicamente unidos às porosidades criadas (NAKABAYASHI *et al.*, 1982). Enquanto a adesão ao esmalte é uma técnica confiável, a adesão à dentina é ainda um desafio, devido à complexa composição deste tecido (PERDIGÃO; LOPES, 1999).

Os sistemas adesivos podem ser classificados como sistemas de condicionamento ácido total (*etch-and-rinse*) ou sistemas autocondicionantes (*self-etch*) (DE MUNCK *et al.*, 2005), em versões de três passos (apenas os de condicionamento ácido total), dois passos ou apenas um passo (VAN MEERBEEK, 1998).

Nos sistemas adesivos de condicionamento ácido total, o primeiro passo compreende a aplicação do ácido fosfórico em esmalte e dentina, permitindo a completa remoção da lama dentinária, exposição das fibras colágenas (VAN MEERBEEK, 1998) e aumento da energia de superfície do esmalte (MUÑOZ *et al.*, 2013). O segundo passo compreende a aplicação de *primers*, considerados os promotores de adesão, que possuem monômeros com propriedades hidrofílicas com afinidade pela rede de fibras colágenas exposta e propriedades hidrofóbicas para copolimerizar com o adesivo (VAN MEERBEEK, 1998). A principal função do *primer* é transformar a superfície dentinária hidrofílica em uma superfície hidrofóbica, permitindo que o adesivo, terceiro passo ou na mesma solução que o *primer*, penetre na rede de fibras colágenas de maneira eficiente (NAKABAYASHI; TAKARADA, 1992). Nos sistemas adesivos que requerem o condicionamento ácido da dentina, existe o risco das fibras colágenas colapsarem durante a secagem, obstruindo os espaços interfibrilares, o que impede a penetração do adesivo (TAY; GWINNETT; WEY, 1996). A incompleta infiltração do adesivo na dentina desmineralizada pode deixar colágeno exposto na interface dentina-adesivo (SPENCER; SWAFFORD, 1999), que pode ser degradado por bactérias, comprometendo a integridade da união (EICK; GWINNETT; PASHLEY, 1997).

Na tentativa de simplificar a técnica de aplicação dos sistemas adesivos, monômeros ácidos foram testados e se mostraram efetivos na remoção da lama dentinária, além de melhorar a eficácia do adesivo. Assim, os passos de remoção da lama e aplicação do *primer* puderam ser combinados (HASEGAWA *et al.*, 1989), dando origem aos sistemas

autcondicionantes (*self-etch*). Nesses sistemas, a porção acídica desmineraliza a dentina e simultaneamente a infiltra com monômeros que podem ser polimerizados *in situ* (PERDIGÃO; LOPES, 1999), assim, toda extensão de dentina desmineralizada é impregnada por monômeros resinosos.

Considerando as diferenças de opinião sobre a estratégia adesiva a ser adotada e o número de passos, alguns fabricantes lançaram sistemas adesivos mais versáteis, que podem ser utilizados tanto na estratégia autocondicionante como com condicionamento ácido total (MUÑOZ *et al.*, 2013). Tais materiais são conhecidos como “Universal”, “Multi-purpose” ou “Multi-mode” adesivos (HANABUSA *et al.*, 2012; PERDIGÃO *et al.*, 2012). A performance de um desses sistemas adesivos, o Single Bond Universal, consta em alguns trabalhos na literatura (PERDIGÃO *et al.*, 2012; MUÑOZ *et al.*, 2013; MENA-SERRANO *et al.*, 2013; PERDIGÃO *et al.*, 2013), os quais mostraram que o desempenho do sistema adesivo não foi afetado pela estratégia adesiva utilizada.

Considerando que grande parte dos preparos cavitários não envolve apenas dentina superficial, mas também dentina profunda, (KAADEN *et al.*, 2002), pesquisas foram realizadas comprovando menor resistência de união em dentina profunda (CAUSTON, 1984; SUZUKI; FINGER, 1988; TAGAMI *et al.*, 1990; GIANINNI *et al.*, 2001).

O presente trabalho avaliou a resistência de união à microtração de um sistema adesivo, que pode ser utilizado tanto na técnica de condicionamento ácido total, quanto como adesivo autocondicionante. A hipótese nula testada consiste em que não haverá diferença significativa na resistência de união à microtração entre as estratégias adesivas do sistema adesivo Universal quando comparadas ao sistema adesivo com condicionamento ácido total de dois passos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEPE) da Universidade Federal de Santa Catarina, 15 terceiros molares humanos extraídos foram analisados com uma lupa Carl Zeiss (Jena, Alemanha) com aumento de 10× para descartar os dentes com alguma falha e armazenados em água destilada por um período máximo de três meses após a extração.

Após o corte da raiz (disco diamantado de dupla face, 102mm de diâmetro x 0,3mm de espessura, Buehler Wafering Blades, Buehler Ltd, Illinois, USA) em uma máquina de cortes (ISOMET 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), perpendicularmente ao longo eixo, 4 mm abaixo do limite amelocementário, a câmara pulpar de cada dente foi esvaziada e preenchida com resina composta, tornando possível a obtenção de filetes com comprimento adequado para o teste de microtração na região correspondente ao teto da câmara pulpar.

A porção oclusal das coroas dentais foi incluída em resina acrílica (JET® Clássico, São Paulo, SP, Brasil). O conjunto dente/resina acrílica foi levado à máquina de cortes e então, foi realizado um corte perpendicular ao longo eixo do dente, removendo a porção oclusal e expondo região de dentina profunda, 0,5 a 1mm acima do corno pulpar mais alto.

Após o corte, as superfícies receberam acabamento com lixa de carbeto de silício (SiC) n° 600 (Acqua Flex-Norton, São Paulo, Brasil) em uma politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil) por 60s para padronizar a lama dentinária.

As amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos de cinco dentes cada e receberam os sistemas adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes (quadro 1).

G1(Controle): Adper Single Bond 2, sistema adesivo com condicionamento ácido total de dois passos. Condicionamento ácido da dentina com ácido fosfórico 37% (gel condicionador Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça, SC, Brasil) por 15s, seguido de enxágüe com spray de ar/água durante 15s e secagem com discos de papel absorvente. Aplicação do sistema adesivo em duas camadas com leve agitação por 15s, leve secagem da dentina com ar por 5s seguida pela fotopolimerização por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue-Heraeus Kulzer GmbH-Hanau, Germany) com intensidade de luz (750mW/cm^2) mensurada previamente à sua utilização por meio de um radiômetro.

G2: Single Bond Universal aplicado na estratégia autocondicionante com agitação por 20s. Em seguida, a superfície dentinária foi sutilmente seca por 5s e fotopolimerizada por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany).

Sistema Adesivo	Composição	Estratégia Autocondicionante	Condicionamento ácido total
Adper Single Bond 2	BisGMA, HEMA, dimetacrilatos resinosos, copolímero do ácido polialcenóico, partículas de carga, etanol, água, fotoiniciadores	X	1. Condicionamento ácido por 15s 2. Enxágue por 15s 3. Remoção dos excessos de água 4. Aplicação do adesivo em duas camadas com leve agitação por 15s 5. Leve secagem com jato de ar por 5 s 6. Fotopolimerização por 10s
Single Bond Universal	Monômero fosfatado MDP, dimetacrilatos resinosos, HEMA, copolímero do ácido polialcenóico, partículas de carga, etanol, água, silano, fotoiniciadores	1. Aplicação do adesivo com leve agitação por 20s 2. Leve secagem com jato de ar por 5s 3. Fotopolimerização por 10s	1. Condicionamento ácido por 15s 2. Enxágue por 15s 3. Remoção dos excessos de água 4. Aplicação do adesivo como na estratégia autocondicionante

Quadro 1: Sistemas adesivos utilizados, composição e modo de aplicação proposto pelo fabricante.

G3:Single Bond Universal aplicado com condicionamento ácido total.Após o condicionamento da dentina com ácido fosfórico 37% (gel condicionador Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça,SC, Brasil) por 15s, seguido de enxágüe com spray de ar/água durante 15s e secagem com discos de papel absorvente, o sistema adesivo foi aplicado em uma única camada com agitação por 20s. A superfície dentinária foi levemente seca por 5s e fotopolimerizada por 10s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue- Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany).

Após a aplicação do sistema adesivo, foi aplicada sobre a superfície dentinária dos três grupos, a resina composta (Filtek Z-350, cor A2B, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) em incrementos, com espessura de 2mm cada, obtendo-se, em média, uma altura de $6 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de reconstrução coronária. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20s com uma unidade fotoativadora (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany). Os corpos - de - prova ficaram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h.

As coroas dentais foram fixadas em um dispositivo com cera pegajosa (Asfer Indústria Química, São Paulo, SP, Brasil) e posicionadas na máquina de cortes. A interface de união ficou perpendicular ao disco de corte e os espécimes foram seccionados longitudinalmente nas direções mésio-distal e buco-lingual, obtendo-se uma média de 8 palitos por dente com secção transversal menor que 1mm^2 .

Os espécimes foram avaliados sob aumento de 10X em um microscópio óptico (Olympus BX 60M-Olympus Optical do Brasil Ltda.) (ARCARI, G. M., 2005) e em seguida mensurados com paquímetro eletrônico digital (KingTools,São Paulo-SP,Brasil), com precisão de 0,01mm e espécimes com falha prematura foram descartados, totalizando 33 palitos para cada grupo.

Os palitos foram individualmente colados pelas suas extremidades com um adesivo em gel à base de cianoacrilato (SuperBonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil) a um dispositivo especial de microtração (dispositivo de Geraldeli para microtração) adaptado a uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA). Os testes de microtração foram realizados a uma velocidade de 0,5mm/min. até que ocorresse a fratura.

Os espécimes fraturados foram analisados em microscópio óptico com 200x de aumento. As fraturas foram classificadas em falha coesiva na resina composta; falha adesiva; falha coesiva na dentina, ou falha

mista (PERDIGÃO *et al.*, 2012 ; MUNÕZ *et al.*; 2013). Espécimes representativos de cada grupo foram selecionados para avaliação da interface adesiva em microscópio eletrônico de varredura, para tal, os filetes foram montados em porta-amostras, recobertos metalicamente com ouro/paládio (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e analisados ao microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electric Corp., Eindhoven, Holanda) sob corrente de 15kV. A análise estatística foi realizada utilizando os testes de análise de variância ANOVA e a comparação múltipla de Tukey ($p=0,05$).

RESULTADOS

Resistência de união à microtração:

Cada grupo, contendo 33 amostras, foi submetido individualmente ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os três grupos apresentaram amostragem normal ($p>0,05$).

Os resultados obtidos no teste de resistência de união por microtração e as respectivas estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação e intervalo de confiança de 95%) estão representados no quadro abaixo(quadro1).

Grupo	Amostras	Fraturas adesivas	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.	Coeficiente de Variação	Intervalo de Confiança 95% Limite Inferior	Intervalo de Confiança 95% Limite Superior
G1	33	31	22,27	8,67	7,62	38,55	38,93	19,19	25,35
G2	33	30	22,85	9,73	8,98	45,54	42,58	19,39	26,03
G3	33	28	20,3	7,13	10,24	39,31	35,12	17,77	22,83

Quadro1: Resultados obtidos no teste de resistência de união por microtração, número de fraturas adesivas e respectivas estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação e intervalo de confiança de 95%).

Para comparar as médias de resistência adesiva entre os grupos foi utilizada a análise de variância (Anova) ($p=0,05$), executada no programa SPSS 17.0 para Windows. A análise de variância de um critério aceitou a hipótese de igualdade entre os grupos ($F=0,797$) ($p=0,454$), ou seja, não foi encontrada diferença estatística entre os grupos. Portanto, os valores de resistência de união adesiva não variaram significativamente em função do tipo de sistema adesivo utilizado.

Análise do tipo de fratura:

A avaliação em microscópio óptico mostrou que a maioria das fraturas foi de natureza adesiva para os três grupos. A análise em microscópio eletrônico de varredura revelou interfaces adesivas praticamente sem remanescentes de dentina ou resina composta em G1, G2 e G3, caracterizando falha de natureza adesiva (Figura1).

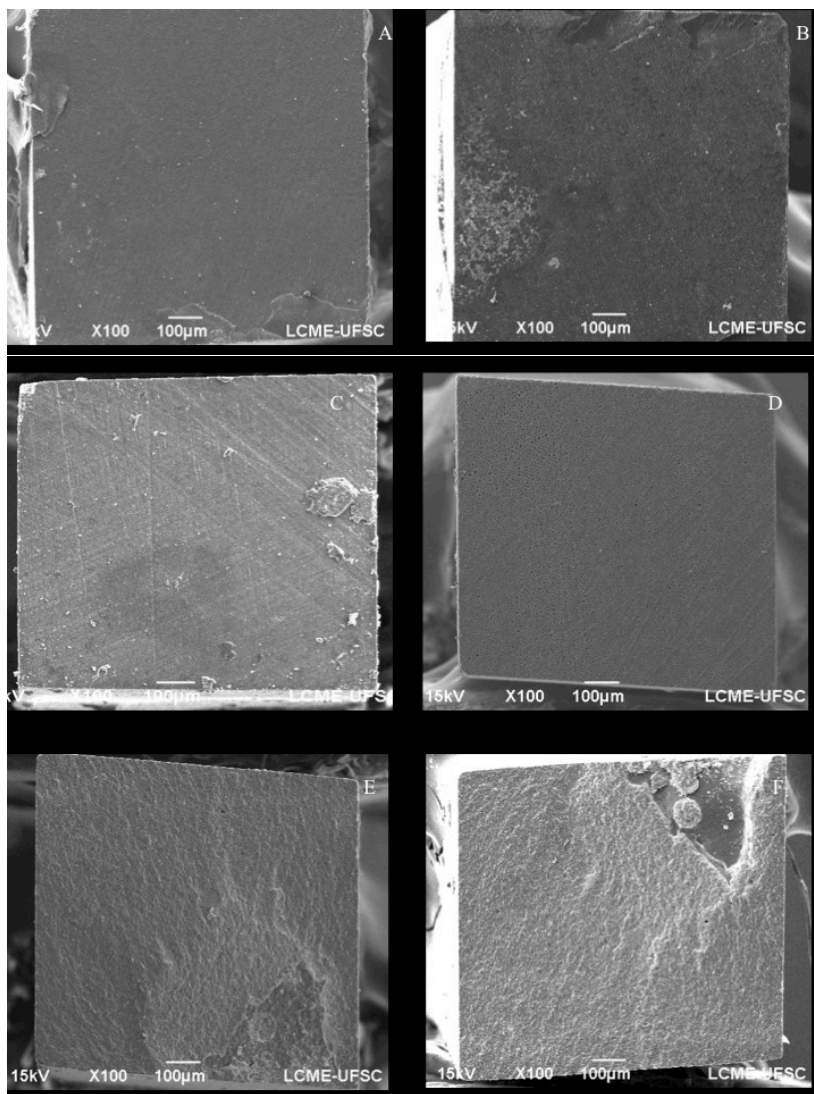


Figura 1: Fotomicrografias do topo dos filetes:(A) G1- vista do topo da interface adesiva , lado da dentina; (B) G1- vista do topo da interface adesiva, lado da resina; (C)G2 - vista do topo da interface adesiva,lado da dentina; (D) G2-vista do topo da interface adesiva , lado da resina; (E)G3- vista do topo da interface, lado da resina; (F) G3- vista do topo da interface, lado da resina.

DISCUSSÃO

Neste estudo, não houve diferença significativa na resistência de união à microtração entre as diferentes estratégias adesivas adotadas para o Single Bond Universal e o grupo-controle, portanto, a hipótese nula não pôde ser rejeitada.

Considerando que a resistência de união à tração depende da área de adesão, ou seja, quanto menor a área de adesão, maior a resistência de união (SANO, *et al.*, 1994), neste estudo foi utilizado o método de microtração sem desgaste (SHONO *et al.*, 1999), evitando a formação de estresse decorrente do preparo para obtenção de espécimes em forma de ampolheta. Segundo Pashley *et al.* (1995), a grande vantagem desta técnica é que se pode obter grande número de falhas adesivas, se a área aderida for de aproximadamente 1mm^2 . Neste estudo, o tipo de falha predominante foi adesiva para os três grupos. Ainda, segundo Pashley *et al.* (1995), a metodologia para microtração permite a utilização de um número reduzido de dentes, já que múltiplos espécimes podem ser obtidos com um único dente.

O comportamento apresentado pelo Single Bond Universal, bem como sua composição, sugerem que ele apresente uma habilidade de se unir quimicamente à dentina profunda.

A adesão química entre o monômero fosfatado MDP (10-metacrilolixidecil-diídrogenofosfato) - encontrado no Single Bond Universal para conferir a acidez necessária para a capacidade autocondicionante - e a dentina avaliada, pode ter resultado em uma interface estável, mesmo sem a retenção micromecânica criada pelo condicionamento ácido.

Por ser considerado um adesivo autocondicionante suave ($\text{pH}=2,7$), ao desmineralizar parcialmente a dentina, o Single Bond Universal mantém hidroxiapatita ao redor do colágeno exposto, possibilitando uma união química entre o MDP e a hidroxiapatita (YOSHIDA, 2004). Íons cálcio, liberados por meio da dissolução parcial da hidroxiapatita, se difundem dentro da camada híbrida e fazem com que o MDP se organize em nano-camadas. Essa interação química entre MDP e a hidroxiapatita cria uma nano-camada estável que aumenta a resistência da interface adesiva no sistema autocondicionante (YOSHIDA *et al.*, 2012).

Para o sistema adesivo de condicionamento ácido total, Adper Single Bond 2, a resistência de união se baseia na formação dos tags de resina no interior dos túbulos dentinários e na infiltração de resina na dentina intertubular desmineralizada (PASHLEY *et al.*, 1995). Na

dentina profunda isso pode ser mais difícil de ocorrer devido à menor quantidade de dentina intertubular para formação da camada híbrida (SUZUKI; FINGER, 1988), além da maior porosidade deste substrato, que aumenta a retenção de água dentro dos túbulos dentinários, que são mais largos, o que pode evitar a adesão adequada dos *tags* de resina às paredes laterais destes túbulos (GIANNINI *et al.*, 2001).

Ambos os sistemas adesivos aqui avaliados contém o copolímero do ácido polialcenóico, que se une quimicamente ao cálcio presente na hidroxiapatita (MITRA, 2009). Para Bittencourt e colaboradores (2005), sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionantes que possuem esse copolímero em sua composição apresentam boa performance clínica, uma vez que há adesão química destes materiais à hidroxiapatita.

Neste estudo não houve diferença entre os sistemas adesivos testados e entre as diferentes estratégias adesivas adotadas o Single Bond Universal, sendo as médias de resistência de união 22,27 Mpa, 22,85 Mpa e 20,3 Mpa para G1, G2 e G3 respectivamente. Tais valores de resistência de união foram inferiores aos relatados por Perdigão *et al.* (2012) e Muñoz *et al.* (2013). O menor resultado aqui obtido pode ser explicado pelas diferentes profundidades dentinárias testadas pelos outros autores, média e rasa respectivamente. O menor conteúdo de cálcio presente em dentina profunda (CAUSTON, 1984) para união química com MDP e com o copolímero do ácido polialcenóico, além da maior permeabilidade (TAGAMI *et al.*, 1990) encontrados em dentina profunda, são fatores que podem justificar o menor valor de resistência de união.

Quando testado clinicamente em lesões cervicais não-cariosas, Mena-Serrano *et al.* (2013) e Perdigão *et al.* (2013) também não encontraram diferenças significativas nas diferentes estratégias adesivas utilizadas para o Single Bond Universal.

No que se refere ao grau de umidade da dentina, nesse estudo a dentina foi mantida úmida após o condicionamento ácido, conforme recomendação do fabricante. Segundo o perfil técnico dos produtos, o copolímero do ácido polialcenóico é capaz de favorecer a união à dentina sob diferentes níveis de umidade. Ambos os sistemas adesivos contém água em sua composição, capaz de reexpandir a trama de fibras colágenas colapsadas pela secagem praticamente ao nível original, permitindo melhor penetração dos monômeros resinosos (VAN MEERBEEK *et al.*, 1992).

No presente estudo, o sistema adesivo Single Bond Universal apresentou desempenho similar ao do grupo - controle, portanto, a

hipótese nula não pôde ser rejeitada, todavia, futuros estudos com o sistema adesivo Single Bond Universal em dentina profunda são necessários.

CONCLUSÕES

O sistema adesivo Single Bond Universal não foi afetado pela estratégia adesiva utilizada e seu desempenho em dentina profunda foi equivalente ao do sistema adesivo com condicionamento ácido total utilizado, porém, mais estudos utilizando o mesmo material são necessários.

REFERÊNCIAS

ARCARI, G. M. Avaliação da resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana após tratamento clareador interno. Florianópolis, SC, 2005. 1 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Odontologia Disponível em :<<http://www.tede.ufsc.br/teses/PODO0226.pdf>>.

CAUSTON B.E. Improved bonding of composite restorative to dentine.**Br Dent J.** v.156, p.93-95, 1984.

BITTENCOURT, D. D. An 18-months evaluation of self-etch and etch & rinse adhesive in non-carious cervical lesions. **Acta Odontol Scand.** v.63, p.173-178, 2005.

DE MUNCK, J. *et al* A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J. Dent. Res.** v.84, p.118–132, 2005.

EICK J.D. *et al* Current concepts on adhesion to dentin. **Crit. Rev. Oral Biol.Med.** v.8, n. 3, p.306-335, 1997.

GIANNINI, M. *et al* The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. **J. Adh Dent,** v.3, n.4, p. 315-324, 2001.

GIANNINI, M. *et al* The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. **J. Adh Dent,** v.3, n.4, p. 315-324, 2001.

http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSu7zK1f%20slxtUo8_Zo8_xev7qe17zHvTSevTSeSSSSSS--&fn=scotchbond_uni_%20brochure.pdf,

HANABUSA, M. *et al* Bonding effectiveness of a new ‘multi- mode’ adhesive to enamel and dentine.**J. Dent.** v.40, p.475-484, 2012.

HASEGAWA, T. *et al* Investigation of self-etching dentin primers. **Dent Mater.** v.5, n.6, p.408-410,1989.

KAADEN, C. *et al* Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues.**Clin Oral Investig.** v.6,n.3, p.155-160, 2002.

MENA-SERRANO A. *et al* A new universal simplified adhesive – 6 month clinical evaluation. **J Esth Rest Dent.** v. 25 ,n.1 , p. 55–69 , 2013.

MITRA, S.B. *et al* Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. **Dent Mater.** v.25, p.459-466, 2009.

MUNÕZ, M. A. *et al* Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. **J. Dent.** v.41, p.404–411, 2013.

NAKABAYASHI, N. *et al* The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.** v. 16, n. 3, p. 265-273, May 1982

NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent. Mat.** v.8, p.125-130, 1992.

PASHLEY, D.H. *et al*. Adhesion test of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mat.** v.11, n.2, p. 117-25, 1995.

PASHLEY, D. H. *et al* Bond strength versus dentine structure: A modelling approach. **Arch Oral Biol.** v.40, p.1109-1118, 1995

PASHLEY, D.H.; TAY, F.R. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives part II: etching effects on unground enamel. **Dent. Mat.** v.17:p.430–444, 2001.

PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Dentin bonding questions for the new millennium. **J. Adh. Dent.** v.1, n.3, p.191- 209, 1999.

PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S.; CARMO A.R.P.; DUTRA, H.R. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths on one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restor. Dent.** v.14, p.31-38, 2002.

PERDIGÃO, J.; SEZINADO, A.; MONTEIRO, P. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. **Am. J. Dent.** v.25, n. 3, p. 153-158, 2012.

PERDIGÃO, J. *et al* A New Universal Simplified Adhesive: 18-Month Clinical Evaluation. **Op. Dent.** v.38, n.6, 2013.

SANO, H. *et al.* Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.** v. 10, n. 4, p. 236-240, 1994.

SHONO, Y. *et al.* Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.** v. 78, n. 2, p. 699-705, 1999.

SPENCER, P.; SWAFFORD, J.R. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. **Quint. Intern.** v.30, p.501-507, 1999.

SUZUKI, T.; FINGER, W.J. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. **Dent. Mater.** v.4, n.6, p.379-83, 1988.

TAGAMI J, TAO L, PASHLEY D.H, Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. **Dent. Mater.** v.6, p.45-50, 1990.

TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEY, S.H. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dent. Mater.** v.12, p.236-244, 1996.

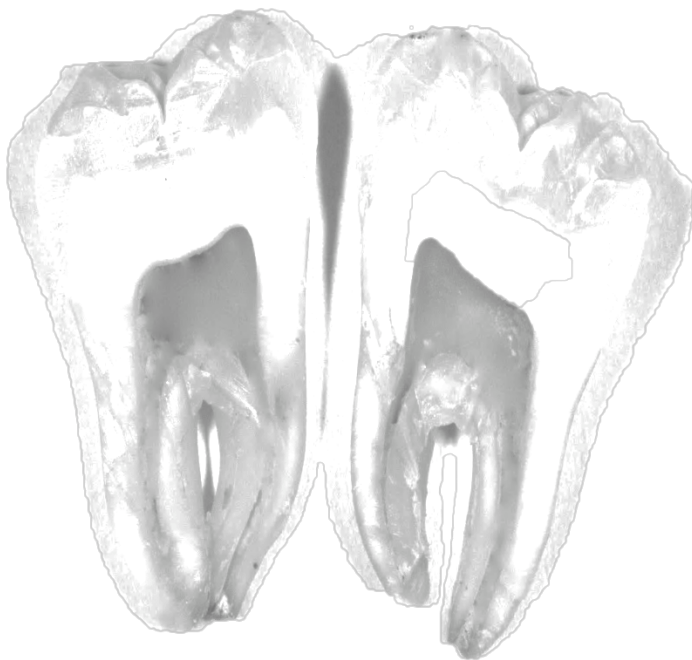
VAN MEERBEEK, B. *et al* Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J Dent Res.** v.71, p.1530-1540, 1992.

VAN MEERBEEK, B. *et. al.* The clinical performance of adhesives. **J. of Dent.** v. 26, n. 1, p. 1-20, 1998.

YOSHIDA, Y. *et al* Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J. Dent Res.** v.83, p.454-458, 2004.

YOSHIDA, Y. *et al* Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. **J. Dent. Res.** v.91, p.376-381, 2012.

4 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO



Microtensile bond strength of an universal adhesive system to deep dentin

Abstract

Purpose: to evaluate the microtensile bond strength of an universal adhesive system applied to deep dentin under different bonding strategies. **Methods:** 15 caries-free extracted third molar had the coronal portion removed exposing deep dentin and were divided into three groups, according to the adhesive and bonding strategy: G1-Adper Single Bond 2, etch - and- rinse adhesive system as control; G2-Scotchbond Universal Adhesive applied as a one-step self-etch adhesive; G3-Scotchbond Universal Adhesive applied as a 2-step etch-and- rinse adhesive. Build-ups were constructed with Filtek Z350 and cured in three increments of 2 mm each. Specimens were stored in water (37⁰C/24 h) and then resin–dentine sticks were prepared. The sticks were tested under tension at 0.5 mm/min. Statistical analyses were computed using one-way ANOVA and Tukey test (p=0.05). **Results:** The three groups ranked in the same statistical subset regardless of the dentin treatment (G1=22,27MPa; G2= 22,85MPa, G3=20,3MPa).

Clinical Significance: Scotchbond Universal Adhesive was not affected by the adhesion strategy and its performance was similar to the total-etch adhesive system.

Introduction:

The basic mechanism of bonding to enamel and dentin is an exchange process that involves the replacement of minerals removed from enamel and dentin by resin monomers that become micro-mechanically interlocked in the created porosities¹. While bonding to enamel is a reliable technique, bonding to dentin still represents a greater challenge because of the complex composition of this tissue².

Adhesive systems can be classified as etch-and -rinse (total - etch) or self - etch adhesive³, in versions of three steps (total-etch systems), two or just one step⁴.

In the total - etch adhesive systems, the first step involves the application of conditioners or acid etchants in enamel and dentin with the objective to completely remove the smear layer and simultaneously exposure of the collagen fibrils in dentine⁴ and increase the surface energy in the enamel substrate⁵. The second step involves the application of primers, that are considered adhesion promoting agents and contain monomers with hydrophobic properties for co-polymerization with the adhesive resin and hydrophilic properties that have an affinity for the exposed collagen fibril⁴. The main function of the primer is to transform the hydrophilic dentin surface into a hydrophobic surface, allowing the adhesive, the third step or in the same solution as the primer, penetrates the network of collagen fibers in an efficient manner⁶. In the total-etch strategy, there is a risk of collapsing collagen fibers during drying, obstructing the interfibrillar spaces, which prevents infiltration of the adhesive⁷. Incomplete infiltration of the adhesive in the demineralized dentin can leave exposed collagen in the dentin-adhesive interface⁸, which can be degraded by bacteria, compromising the integrity of the union⁹.

In order to simplify the dentin bonding, acidic monomers were tested and proved to be effective to remove smear layer and to improve the effectiveness of the adhesive. Thus, the steps of removing the smear layer and priming could be combined¹⁰, originating the self-etch adhesive systems. In these systems, the acidic part demineralizes dentin and simultaneously infiltrate it with monomers that can be polymerized *in situ*², therefore the whole extension of the demineralized dentine depth is impregnated by resin monomers.

Considering the differences in opinion regarding the adhesive strategy to be adopted and the number of steps, some manufacturers have released most versatile adhesive systems that can be used on the self-etching strategy and also as a total-etch adhesive system⁵. This

materials are called “Universal”, “Multi-purpose” or “Multi-mode” adhesive systems¹¹. The performance of one of these adhesive systems, ScotchBond Universal, is reported in some studies in the literature^{5,12,13,14}, which showed that this adhesive system was not affected by the adhesion strategy.

Since most cavity preparations show not only areas of exposed superficial dentin but also of deep dentinal areas¹⁵, several reports were done indicating lower bond strength on deep dentin^{16,17,18,19}.

This laboratory study evaluated the microtensile bond strength of an adhesive system, which can be used both in the total-etch strategy and as a self-etching adhesive. This study tested the null hypotheses that there were no differences in dentin microtensile bond strengths among different adhesion strategies for the multi-purpose adhesive when compared to the two-step etch - and -rinse adhesive system.

Materials and Methods

After approval of the Federal University of Santa Catarina Research Ethics Committee (CEPS), 15 human caries-free third molar were extracted and analyzed with a magnifying glass (Carl Zeiss Jena, Alemanha) with an increase of $\times 10$ to exclude teeth with some structural defect. The teeth were stored in distilled water and used within three months after extraction.

After cutting the root (slow-speed diamond saw, Buehler Wafering Blades, Buehler Ltd, Illinois, USA) perpendicular to the long axis, 4 mm below the enamel-dentin limit, in a cutting machine (ISOMET 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), the pulp chamber of each tooth was cleaned and filled with resin composite, making it possible to obtain resin–dentine sticks of adequate length for the microtensile test in the region corresponding to the roof of the pulp chamber²⁰. Deep dentin (0,5-1mm over the highest pulp horn) was exposed by sectioning the crowns parallel to the occlusal surface in a slow-speed diamond saw (Buehler Wafering Blades, Buehler Ltd, Illinois, USA) under water-cooling.

Dentin was polished with wet 600-grit SiC abrasive paper (Acqua Flex-Norton, São Paulo, Brasil) for 60 seconds to create a standardized smear layer. Teeth were randomly assigned into three groups (n=5) according to the different adhesive system and bonding strategies (Table 1).

Table 1: Materials, respective compositions and instructions for use

Adhesive	Composition	Self-etch	Total-etch
Adper Single Bond 2	Bis-GMA; HEMA, dimethacrylates, ethanol, water, photoinitiator, methacrylate functional copolymer of polyacrylic and poly(itaconic) acids, 10% by weight of 5 nm-diameter spherical silica particles	X	1. Apply etchant for 15 s 2. Rinse for 15 s 3. Blot excess water 4. Apply 2 consecutive coats of adhesive for 15 s with gentle agitation 5. Gently air dry for 5 s 6. Light polymerize for 10s
SingleBond Universal	BisGMA, HEMA, water, ethanol, silane-treated silica, decamethylenedimethacrylate (10-MDP), 2-propenoic acid, 2-methyl reaction products with 1,10-decanediol and phosphorous oxide (P_2O_5), copolymer of acrylic and itaconic acid (Vitrebond Copolymer), dimethylamino-benzoate(-4), CQ, (dimethylamino) ethyl methacrylate, methyl ethyl ketone, silane.	1. Apply the adhesive to the entire preparation and rub it in for 20 seconds. 2. Direct a gentle stream of air over the liquid for 5 seconds. 3. Light polymerize for 10 s.	1. Apply etchant for 15 s 2. Rinse for 15 s 3. Blot excess water 3. Apply adhesive as for the self-etch mode.

Abbreviations - BisGMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate; CQ: camphorquinone; HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate, 10-MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate.

G1 (control group): Adper Single Bond 2, etch - and - rinse adhesive system. After acid etching (37% phosphoric acid, Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça, SC, Brasil) for 15 seconds, the dentin surface was rinsed and dried with absorbent paper disks. The adhesive system was applied in 2 consecutives coats for 15 seconds with gentle agitation and gently air dried for 5 seconds, followed by light polymerize for 10 seconds at 750mW/cm^2 (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany). Irradiance was monitored with a radiometer (RD-7, Ecel Ind. e Com. Ltda, Ribeirão Preto/São Paulo, Brazil).

G2: ScotchBond Universal applied on dentin surface on the self-etch strategy with gentle agitation for 20 seconds. Then, the dentin surface was gently dried for 5 seconds, followed by light polymerize for 10 seconds at 750mW/cm^2 .

G3: ScotchBond Universal applied on dentin surface on the total-etch strategy. After acid etching (37% phosphoric acid, Power Etching, BM4 Materiais Odontológicos, Palhoça, SC, Brasil) for 15 seconds, the dentin surface was rinsed and dried with absorbent paper disks and the adhesive system was applied as for the self-etch mode.

After the bonding procedures, all teeth received a composite restoration (Filtek Z-350, cor A2B, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) in three increments of 2mm. Each increment was light polymerized for 20 seconds at 750mW/cm^2 (Translux Power Blue-Hareaus Kulzer GmbH-Hanau, Germany).

After the restored teeth had been stored in distilled water at 37°C for 24 hours, the specimens were sectioned longitudinally in the mesio-distal and buccal-lingual directions across the bonded interface, using a slow-speed diamond saw (Buehler Wafering Blades, Buehler Ltd, Illinois, USA) to obtain an average of 8 resin–dentine sticks for tooth with a cross sectional area of approximately 0.9 mm^2 measured with a digital calliper (KingTools, São Paulo-SP, Brasil). Specimens with premature failure were excluded from the microtensile test.

Resin–dentine bonded sticks were attached to a Geraldini's jig²¹ with cyanoacrylate adhesive and tested under tension using a universal testing machine (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) at 0.5 mm/min crosshead speed until failure. The microtensile values were calculated by dividing the load at failure by the cross-sectional bonding area. The fractures were analyzed under an optical microscope (Olympus BX 60M-Olympus Optical do Brasil Ltda.) at $\times 200$ magnification.

The failure mode of the specimens was classified as cohesive ([C] failure exclusive within dentine or resin composite), adhesive ([A] failure at resin/dentine interface), or mixed ([M] failure at resin/dentine interface, which included cohesive failure of the neighbouring substrates)¹². Representative fractured beams from each group were selected for SEM analysis, where interfaces were evaluated. The specimens were mounted on aluminum stubs and coated with carbon-gold (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). Resin–dentine interfaces were analyzed in scanning electron microscope (Philips XL-30, Philips Eletic Corp., Eindhoven, Holanda) operating at 15kV.

Results

Microtensile Bond Strenght: The number of microtensile beams (N), means, and standard deviations (SD) are shown in table 1.

Table 1. Dentin mean microtensile and standard deviations (SD).

Groups	N	Mean (MPa)	SD
G1	33	22.27	8.67
G2	35	22.85	9.73
G3	34	20.3	7.13

The analysis of variance test (ANOVA) accepted the hypothesis of equality between the groups ($F = 0.797$) ($p = 0.454$), ie, no statistical difference was found between groups. Therefore, the microtensile bond strenght values did not vary significantly according to the type of adhesive system utilized.

Analysis of fracture mode: The evaluation under optical microscope showed that the majority of fractures was of adhesive nature for all three groups. SEM analysis showed adhesive interfaces with virtually no remaining dentin or composite in G1, G2 and G3, featuring adhesive failure (Fig1).

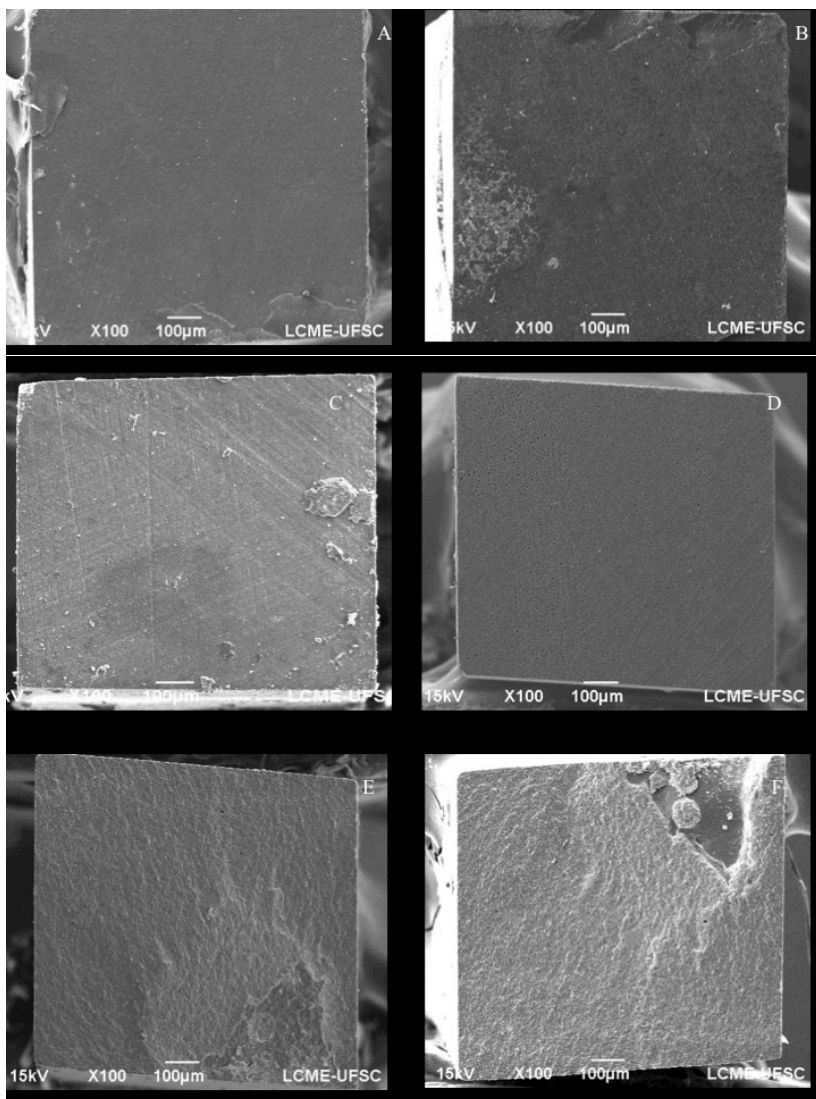


Fig1:SEM failure analysis. (A) Adhesive failure pattern (dentin side) for G1, without remnants of composite (B) The composite counterpart of (A); (C) Adhesive failure pattern (dentin side) for G2, (D) The composite counterpart of (C); (E) Adhesive failure pattern (dentin side) for G3, (F) The composite counterpart of (D).

Discussion

We failed to reject the null hypothesis, as there were no statistical differences in dentin microtensile bond strength among the different adhesion strategies for ScotchBond Universal and the control group.

Considering that the microtensile bond strength is related to the surface area, ie, the smaller the area the greater resistance²², in this study the no trimming microtensile test²³ was used, avoiding concentration of stress resulting from the preparation to obtain hourglass shape specimens. The greatest advantage of this technique is that one can obtain exclusively adhesive bond failures of materials if the bonded surface area is about 1mm²²⁴. In this study, the majority of the specimens showed adhesive failures. Another advantage of the microtensile method is that multiple specimens can be obtained from a single tooth²⁴.

In the present study, the behavior and the composition of ScotchBond Universal suggests that it may possess an intrinsic ability to bond chemically to deep dentin. Chemical bonding between 10-MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) – found in the ScotchBond Universal to allow the acidity for its self-etching capability - and deep dentin may have resulted in stable interfaces even without micromechanical retention from acid etching.

ScotchBond Universal is considered a mild self-etch adhesive because its pH is relatively high (pH=2,7) therefore, it demineralize dentin only partially, leaving hydroxyapatite partially attached to collagen, enabling a chemical bond between the MDP and hydroxyapatite²⁵. Ca ions released upon partial dissolution of HAP diffuse within the hybrid layer and assemble MDP molecules into nano-layers. This chemical interaction between MDP and hydroxyapatite creates a stable nano-layer that could form a stronger phase at the adhesive interface, which increases the mechanical strength of the adhesive interface in the self - etch strategy²⁶.

For the total-etch adhesive system Adper Single Bond 2, the major elements which contribute to bond strength are intratubular resin-tag formation and resin infiltration into demineralized intertubular dentine²⁷. In deep dentin it can be more difficult to happen because of the smaller amount of intertubular dentin to form the hybrid layer¹⁷, therefore deep dentin is more porous and retains more water within its enlarged tubule openings, which may avoid appropriate lateral bonding of the resin tags¹⁹.

Both adhesive systems tested in this study contain the

polyalkenoic acid copolymer, that bonds chemically to the calcium in hydroxyapatite²⁸. Clinical studies have shown a good performance of copolymer containing self-etch and etch-and-rinse adhesives²⁹, that may be attribute to chemical bonding of these materials to hydroxyapatite.

In the present study, there was no difference between the adhesive systems tested or among the different adhesive strategies adopted for ScotchBond Universal, with the average bond strenght 22.27 Mpa, 22.85 Mpa and 20.3 Mpa for G1, G2 and G3 respectively. Such bond strength values were lower than those reported by Perdigão *et al.*¹² and Muñoz *et al.*⁵ The lowest result obtained in this study can be explained by the different dentin depths tested by the others authors, middle and superficial respectively. The lower content of calcium present in deep dentin¹⁶ for chemical bond with MDP and with polyalkenoic acid copolymer and the increased permeability¹⁸ found in deep dentin may explain the lower value of bond strength.

When clinically tested on noncarious cervical lesions, Mena-Serrano *et al.*¹³ and Perdigão *et al.*¹⁴ also found no significant differences in the different adhesive strategies used for ScotchBond Universal.

With regard to the degree of moisture of the dentin, in the present study the dentin was kept moist after acid etchig, according to the manufacturer's instructions. In accordance with the material's technical profile, the polyalkenoic acid copolymer provides more consistent bond performance to dentin under varying moisture levels. Both adhesive systems contain water in its composition, capable to re-expand the collagen network collapsed by the air drying almost to the original level, allowing better penetration of resin monomers³⁰.

In the present study the ScotchBond Universal adhesive system showed similar performance to the control – group, thus, the null hypothesis could not be rejected, however future studies with ScotchBond universal in deep dentin are needed.

REFERENCES

1. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater. Res* 1982; 16 (3): 265-273.
2. Perdigão, J, Lopes M. Dentin bonding questions for the new millennium. *J. Adh. Dent* 1999; 1(3): 191-209.
3. Demunck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of

adhesion to tooth tissue: methods and results. *J. Dent. Res.* 2005; 84:118-132.

4.Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives.*J. of Dent*1998; 26(1):1-20.

5.Muñoz, MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine.*J. Dent* 2013; 41: 404-411.

6.Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent. Mat* 1992; 8:125-130.

7.Tay FR, Gwinnett JA, Wey SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent. Mater* 1996; 12: 236-244.

8.Spencer P, Swafford J. Unprotected protein at the dentin–adhesive interface. *Quint. Intern* 1999; 30:501-507.

9.Eick JD,Gwinnett AJ,Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin.*Crit. Rev. Oral Biol.Med.*1997; 3:306-335.

10.Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Wakumoto S. Investigation of self-etching dentin primers. *Dent Mater*1989; 5(6): 408-410.

11.Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B,DeMunck J. Bonding effectiveness of a new ‘multi- mode’ adhesive to enamel and dentine. *J. Dent* 2012; 40: 475-484.

12.Perdigão J, Sezinado A, Monteiro P. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am. J. Dent* 2012; 25(3):153-158.

13.Mena-Serrano A,Kose C, De Paula E,Tay LY, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. A new universal simplified adhesive – 6 month clinical evaluation.*J Esth Rest Dent* 2013;25(1):55-59.

14. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano AP, de Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD. A New Universal Simplified Adhesive: 18-Month Clinical Evaluation. *Op. Dent* 2013; 38(6):113-127.
15. Kaaden C, Powers JM, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues. *Clin Oral Investig* 2002;6(3):155-160.
16. Causton BE. Improved bonding of composite restorative to dentine. *Br Dent J* 1984;156: 93-95.
17. Suzuki T, Finger WJ,. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. *Dent. Mater* 1988; 4(6): 379-383.
18. Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent. Mater* 1990;6:45-50.
19. Giannini, M. Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J. Adh Dent* 2001; 3(4): 315-324.
20. ARCARI, GM. Avaliação da resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana após tratamento clareador interno. Florianópolis, SC, 2005. 1 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Odontologia Disponível em :<<http://www.tede.ufsc.br/teses/PODO0226.pdf>>.
21. Perdigão, J, Geraldini, S, Carmo AR, Dutra, HR In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths on one-bottle adhesives. *J. Esthet. Restor. Dent* 2002;14:31-38.
22. Sano H, Shono, T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent. Mater* 1994; 10(4):236-240.
23. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J. Dent. Res* 1999;78(2):699-705.

- 24.Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion test of dentin bonding agents: a review. *Dent. Mat* 1995 11(2): 117-125.
- 25.Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, DeMunck J, Van Meerbeek B.Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J. Dent Res.* 2004;83: 454-458.
- 26.Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, Osaka A, Van Meerbeek B. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *J. Dent. Res* 2012; 91: 376-381.
- 27.Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho RM, Russel CM. Bond strength versus dentine structure: A modelling approach. *Arch Oral Biol* 1995; 40:1109-1118.
- 28.Mitra SB, Lee CH, Bui HT, Tantbirojn D, Rusin RP.Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer.*Dent Mater* 2009; 25: 459-466.
- 29.Bittencourt DD. An 18-months evaluation of self-etch and etch & rinse adhesive in non-carious cervical lesions. *Acta Odontol Scand.*2005; 63:173-178.
- 30.Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G.Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems.*J Dent Res*1992; 71:1530-1540.

5 REFERÊNCIAS DA APRESENTAÇÃO

BLACK, G. V. A Work on Operative Dentistry - in Two Volumes **Medico-Dental**, 3 ed, 1917.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent Res.** v.34, n.6 p.849-853, 1955.

CAUSTON B.E. Improved bonding of composite restorative to dentine. **Br Dent J.** v.156, p.93-95, 1984.

DE MUNCK, J. *et al* A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J. Dent. Res.** v.84, p.118-132, 2005.

EICK J.D. *et al* Current concepts on adhesion to dentin. **Crit. Rev. Oral Biol.Med.**v.8, n. 3, p.306-335, 1997.

GIANNINI, M. *et al* The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. **J. Adh Dent.**v.3, n.4, p. 315-324, 2001.

HANABUSA, M. *et al* Bonding effectiveness of a new ‘multi- mode’ adhesive to enamel and dentine. **J. Dent.** v.40, p.475-484, 2012.

MARSHALL, G.W. *et al* Dentin structure and properties. **J. Dent.** v.25, n..6, p.441-458, 1997.

MUNÕZ, M. A. *et al* Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. **J. Dent.**v.41, p.404-411, 2013.

NAKABAYASHI, N. *et al* The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed Mater Res.**v. 16, n. 3, p. 265-273, May 1982.

NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent. Mat.** v.8, p.125-130, 1992.

NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J. Dent. Res.** v.6, .n.10, p.1076-

1081, 1983.

PASHLEY, D. H. *et al* Bondstrength versus dentine structure: A modelling approach. **Arch Oral Biol.** v.40, p.1109-1118, 1995.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent.** v.25, n.5, p.355-372, 1997.

PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Dentin bonding questions for the new millennium. **J. Adh. Dent.** v.1, n.3, p.191- 209, 1999.

PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S.; CARMO A.R.P.; DUTRA, H.R. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths on one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restor. Dent.** v.14, p.31-38, 2002.

PERDIGÃO, J.; SEZINADO, A.; MONTEIRO, P. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. **Am. J. Dent.** v.25, n. 3, p. 153-158, 2012

PEREIRA, P.N. *et al* Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. **Dent Mater.** v.15, n.1, p.46-53, 1999.

SANO, H. *et al*. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.** v. 10, n. 4, p. 236-240, 1994.

SUZUKI, T.; FINGER, W.J. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. **Dent. Mater.** v.4, n.6, p.379-383, 1988.

TAGAMI, J.; TAO, L.; PASHLEY, D.H.; Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. **Dent. Mater.** v.6, p.45-50, 1990.

VAN MEERBEEK, B. *et al.*. The clinical performance of adhesives. **J. of Dent.** v. 26, n. 1, p. 1-20, 1998.

YOSHIKAWA, T. *et al* Effect of remaining dentin thickness on bond strength of various adhesive systems to dentin. **Dent. Mater.** v.31, n.6, p.1033-38, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE DOAÇÃO DO ÓRGÃO DENTAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA NÍVEL MESTRADO ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA

TERMO DE DOAÇÃO DO ÓRGÃO DENTAL

Eu, Cristina Parise Gré, cirurgiã-dentista e aluna do curso de mestrado em Odontologia da UFSC, área de concentração em Dentística, juntamente com meu orientador Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada, desenvolveremos a pesquisa :“**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO AUTO-CONDICIONANTE VERSUS DE CONDICIONAMENTO TOTAL À DENTINA PROFUNDA**”, que tem como objetivo avaliar a resistência de união de sistemas adesivos à dentina profunda.

O seu dente será extraído porque não existem formas de tratamento para recuperá-lo, portanto, por um motivo alheio a esta pesquisa. Os riscos e/ou desconforto são aqueles associados aos procedimentos de extração. A pesquisa em si não oferecerá nenhum tipo de riscos e/ou desconforto. Imediatamente após a realização do procedimento de extração pelo cirurgião-dentista, os dentes serão armazenados em solução adequada até o início do estudo. Todos os procedimentos descritos a seguir serão realizados no laboratório de Pesquisa, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Trindade. Será realizada a remoção da coroa dental e na sequência, a aplicação do sistema adesivo e a reconstrução da porção coronária em resina. Os dentes serão cortados resultando em pequenos palitos que serão submetidos ao teste de microtração. Os remanescentes dos dentes utilizados no estudo serão armazenados em recipientes adequados e identificados (Biorrepositório).

Para esclarecer qualquer dúvida em relação a essa pesquisa você poderá entrar em contato comigo, Cristina Parise Gré, pelo telefone (48) 9935-1354, ou com o pesquisador principal, Dr. Mauro

Amaral Caldeira de Andrada, (48) 9983-2858. Se você concordar em doar o seu dente, garantimos que ele será utilizado somente neste trabalho, e que não haverá ligação/identificação entre o dente doado e o paciente. Garantimos também que, se for o caso, a sua desistência na doação do dente não implicará em nenhum tipo de prejuízo. Informamos que seu dente não será utilizado em nenhum outro tipo de pesquisa.

Assinatura da pesquisadora _____

Assinatura do orientador _____

Eu _____,

RG _____ declaro que entendi o que me foi explicado, compreendi a necessidade da pesquisa ***“AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO AUTO-CONDICIONANTE VERSUS DE CONDICIONAMENTO TOTAL À DENTINA PROFUNDA”*** e concordo que meu dente, extraído por motivos alheios a esta pesquisa, seja utilizado na realização da mesma.

Assinatura do doador

Florianópolis, ____ de _____ de 2013.

ANEXO A- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO AUTO-CONDICIONANTE VERSUS DE CONDICIONAMENTO TOTAL À DENTINA PROFUNDA

Pesquisador: Mauro Amaral Caldeira de Andrada **Área Temática:**
Versão: 2
CAAE: 20274413.5.0000.0121

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER Número do Parecer: 390.073

Data da Relatoria: 09/09/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo vinculado ao Departamento de odontologia no qual se pretende verificar a resistência de união de sistemas adesivos á dentina profunda e igualmente a pesquisa traz a notificação da alteração do pesquisador responsável.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Comprovar a eficácia do sistema adesivo autocondicionante.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTACATARINA – UFSC



Os pesquisadores informam que: A pesquisa trará como benefício o fato de desvendar a eficácia de sistemas adesivos autocondicionantes, já que, com a evolução dos materiais odontológicos, tais sistemas adesivos estão sendo cada vez mais utilizados, porém ainda existem dúvidas quanto ao desempenho desses materiais. Igualmente informam que a pesquisa não trará riscos aos sujeitos uma vez que os dentes, extraídos por indicações clínicas desvinculados da pesquisa, sendo as intercorrências as próprias relacionadas à extração.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem instrumentalizada e apresenta adequadamente a fundamentação teórica a ela pertinente. Os dentes a serem objeto de pesquisa com o uso dos adesivos, serão os que forem extraídos por indicações clínicas não vinculados a pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta declaração da instituição, folha de rosto, folha de registro na plataforma Brasil, e TCLE com a inclusão do termo de doação dos dentes

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

FLORIANOPOLIS, 10 de Setembro de 2013

Assinador por:

Washington Portela de Souza (Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira

Lima **Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-900 **UF:** SC **Município:**

FLORIANOPOLIS **Telefone:** (48)3721-9206 **Fax:** (48)3721-9696 **E-**

mail: cep@reitoria.ufsc.br